

2 物性実験

2.1 藤森研究室

藤森研究室では、角度分解光電子分光 (angle-resolved photoemission spectroscopy: ARPES), 軟 X 線磁気円二色性 (soft x-ray magnetic circular dichroism: XMCD) 等の高エネルギー分光を用いて強相関電子系の電子状態の研究を行っている。遷移金属化合物、磁性半導体などの複雑物質が示す高温超伝導、スピン依存伝導、金属 - 絶縁体転移、界面新奇物性等の発現機構解明をめざしている。実験室光源を用いた測定の外に、紫外光から X 線に至る高輝度放射光 (高エネルギー加速器研究機構フォトン・ファクトリー, SPring-8, 広島大放射光, スタンフォード放射光, 台湾放射光) を用い実験を行っている。

2.1.1 高温超伝導

銅酸化物における高温超伝導は、その発見以来 20 年余りにわたって多くの研究が積み重ねられてきたが、今だに機構解明に至っていない世紀の難問である。また、反強磁性絶縁体相と超伝導相の間に出現する「擬ギャップ相」の起源解明に対しても、超伝導機構解明に匹敵する努力が払われてきた。さらに、近年発見された鉄化合物高温超伝導体はより複雑な電子構造を持ち、銅酸化物と共通点を持つ一方で、多くの相違点を有している。我々は、これらの超伝導物質における超伝導の発現機構解明や異常な物性の発現機構解明を目指して、電子状態研究の最も有力な手段である ARPES を用いて電子状態を調べている。

銅酸化物超伝導体における超伝導ギャップ、フェルミアーク、 T_c の間の普遍的な関係

BCS 理論によれば、超伝導体の臨界温度 T_c は超伝導ギャップの大きさ Δ に比例する。一方、銅酸化物高温超伝導体の T_c は超流動密度 n_s に比例することが磁場侵入長の実験で見つかり、エキゾチックな超伝導機構を示唆する実験事実のひとつと考えられて来た。我々は、3 層系超伝導体 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10+\delta}$ の測定結果および過去の我々の実験結果や文献から、多くの高温超伝導体で T_c がフェルミアーク (フェルミ面のうちで擬ギャップの開いていない部分) の端における超伝導ギャップの大きさ Δ_{sc} に比例することを見出した (図 2.1.1)。 Δ_{sc} の大きさと超流動密

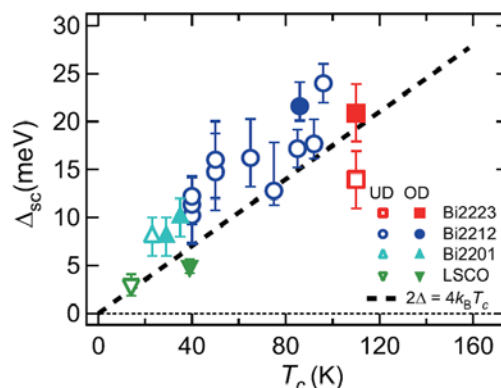


図 2.1.1: ARPES で求めた様々な銅酸化物超伝導体のフェルミアーク端における超伝導ギャップの大きさ Δ_{sc} と臨界温度 T_c の関係 [12]。

度の両方に比例すると考えられるので、BCS 超伝導とエキゾチック超伝導を共通の見方で捉えられることを示唆している [12]。

1111 型鉄系高温超伝導体のバンド構造とフェルミ面

ARPES を用いた鉄系超伝導体の研究の多くは 122 型と呼ばれる結晶構造に集中しており、最初に高温超伝導が発見され、最も T_c が高い 1111 型は研究例が非常に限られていた。その大きな理由は、電氣的に中性なへき開面がなく、ARPES で観測するへき開面に余分なキャリアーがドーピングされてしまうことにある。我々は、典型的な 1111 型高温超伝導体である PrFeAsO_{1-x} の ARPES 測定を行い、同じく 1111 型で T_c の低い超伝導体 LaFePO と比較した。 T_c の違いの原因と考えられている結晶構造 (Fe 面と As/P 面の距離) の違いから来るバンド構造の違いを観測した (図 2.1.2) [5]。

銅酸化物超伝導体の超伝導状態における長距離反強磁性ゆらぎ

高温超伝導機構や擬ギャップ形成機構を解明するためには、高温超伝導と磁性の関係 (競合か協奏か) を明らかにする必要がある。このため我々は、超伝導と反強磁性の共存の可能性が指摘されている電子ドーピング型高温超伝導体について、ARPES 実験を行った。電子ドーピング型高温超伝導体 $\text{Sm}_{1.85}\text{Ce}_{0.15}\text{CuO}_{4-\delta}$ のレーザーを用いた超高分解能 ARPES 測定を行い、超伝導ギャップと同時に現れる反強磁性によるバンドの折り畳み構造を解析し、反強磁性ゆらぎの相関長が 150 nm を越える非常に長距離であることを見出した [2]。

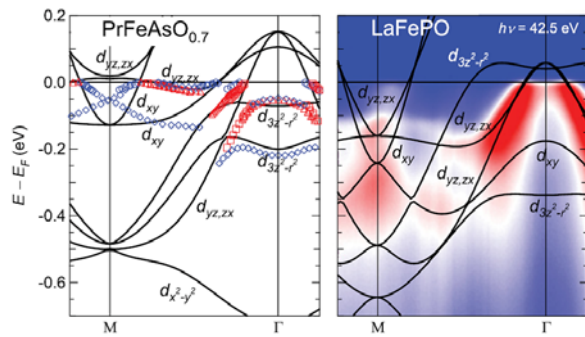


図 2.1.2: 1111 型鉄系高温超伝導体の角度分解光電子 (ARPES) スペクトル [5].

2.1.2 強相関界面・スピントロニクス

金属-絶縁体転移, 巨大磁気抵抗, スピン・電荷・軌道秩序など多彩な物性を示す遷移金属酸化物, 100% スピン偏極した電子を取り出せずハーフメタル, 半導体に遷移金属原子をドーブした希薄磁性半導体とこれらの物質の作る極薄膜・界面は, 従来のスピントロニクスにスピンの自由度を導入した“スピントロニクス”の材料として期待されている. これらの物質の電子状態に対する界面効果, 閉じ込め効果, 基板圧力効果を光電子分光を用いて調べ, 元素選択的磁性・局所的磁性を XMCD を用いて調べている.

絶縁体同士の界面 $\text{LaAlO}_3/\text{SrTiO}_3$ に生じる金属状態の起源

2 種の絶縁体 LaAlO_3 , SrTiO_3 がつくる界面は金属性伝導を示し, さらには超伝導や強磁性も観測されたことから, 近年大きな注目を集めている. 金属伝導の起源を説明するため, 極性表面をもつ LaAlO_3 が発生する巨大な電場を打ち消すように電荷が移動して金属状態が出現するというモデルが提唱され, これを支持する実験・理論と否定する実験・理論の間で論争が続いてきた. 我々は, LaAlO_3 の膜厚や極性を系統的に変えた試料で内殻光電子分光実験を行い, 電気伝導から予想されるよりはるかに高濃度の界面伝導電子を観測し, 大部分の電子が界面に局在していることを見出した. また, 界面への電荷移動が金属伝導の臨界膜厚以下で起こっていること, 界面への電荷移動が表面状態に敏感であることを見出した [9].

Cu をドーブした ZnO ナノワイヤーの強磁性

酸化物半導体 ZnO に遷移金属をドーブした物質は室温で強磁性を示すことが理論的に予測され, 盛んに物質開発が行われているが, 強磁性不純物の析出が起こる可能性が常にある. 遷移金属として Cu を

ドーブした ZnO の強磁性は, 強磁性元素を含まないのでその心配がなく注目されている. 我々は, 室温で強磁性を示す Cu ドーブ ZnO ナノワイヤーの電子状態と磁性を軟 X 線吸収分光, XMCD を用いて元素選択的に調べた. 表面敏感な全電子収量検出法をバルク敏感な蛍光収量検出法と併用した結果, ナノワイヤー内部の Cu^{3+} , Cu^{2+} イオンの一部が強磁性を担っていることが明らかになった [7].

強相関金属 SrVO_3 薄膜の量子井戸状態

金属伝導を示す強相関酸化物を薄膜化すると, ある臨界膜厚以下で絶縁体に転移することが最近の研究で明らかになってきた. パウリ常磁性を示す金属である SrVO_3 も膜厚 4 分子層以下で絶縁体化する. 我々は, 金属的な SrVO_3 薄膜の ARPES を行い, バンド構造が量子化準位を形成し量子井戸状態になることを見出した. 3 重縮退した $V 3d$ 軌道から由来するフェルミ面付近の 3 つのバンドのうち, 試料表面に垂直方向に分散を持つバンドが量子化し, 試料面内のみ分散するバンドには薄膜化の影響が見られなかった. また, サブバンドに依存した質量くり込みも観測された [4].

<受賞>

- [1] 出田真一郎: 第 29 回 PF シンポジウム (つくば, 2012 年 3 月 15-16 日) ポスター発表奨励賞.

<報文>

(原著論文)

- [2] A. F. Santander-Syro, M. Ikeda, T. Yoshida, A. Fujimori, K. Ishizaka, M. Okawa, S. Shin, B. Liang, A. Zimmers, R.L. Greene, and N. Bon-temps: Two-Fermi-surface superconducting state and a nodal d -wave energy gap of the electron-doped $\text{Sm}_{1.85}\text{Ce}_{0.15}\text{CuO}_{4-\delta}$ cuprate superconductor, *Phys. Rev. Lett.* **106**, 197002-1-4 (2011); arXiv:1104.2617.
- [3] Y.-H. Lin, M. Kobayashi, R. Zhao, G.S. Song, C.-W. Nan, S. Li, W.-S. Yan, J.I. Hwang, Y. Ooki, A. Fujimori, Y. Takeda, S.I. Fujimori, K. Terai, T. Okane, Y. Saitoh, H. Yamagami, and C. Gao: Tunable ferromagnetism in $\text{Ni}_{0.97-x}\text{Mn}_x\text{O}$ thin films with hole doping and their electronic structures, *Phys. Rev. B* **83**, 193105-1-4 (2011).
- [4] K. Yoshimatsu, K. Horiba, H. Kumigashira, T. Yoshida, A. Fujimori, and M. Oshima: Metallic quantum well states in artificial structures of strongly correlated oxide, *Science* **333**, 319-322 (2011).
- [5] I. Nishi, M. Ishikado, S. Ideta, W. Malaeb, T. Yoshida, A. Fujimori, Y. Kotani, M. Kubota, K. Ono, M. Yi, D. H. Lu, R. Moore, Z.-X. Shen, A. Iyo, K. Kihou, H. Kito, H. Eisaki, S. Shamoto, and R. Arita: Angle-resolved photoemission spectroscopy study of $\text{PrFeAsO}_{0.7}$: Comparison with

- LaFePO, Phys. Rev. B **84**, 014504–1-5 (2011); arXiv:1102.4907
- [6] Y.-H. Lin, B. Zhan, C.-W. Nan, R. Zhao, X. Xu, and M. Kobayashi: Ferromagnetism in antiferromagnetic NiO-based thin films, J. Appl. Phys. **110**, 043921–1-4 (2011); A. Fujimori added to the author list [Erratum, J. Appl. Phys. **110**, 089902 (2011)].
- [7] T. Kataoka, Y. Yamazaki, V.R. Singh, A. Fujimori, F.-H. Chang, H.-J. Lin, D.J. Huang, and C.T. Chen, G.Z. Xing, J.W. Seo, C. Panagopoulos, and T. Wu: Ferromagnetic interaction between Cu ions in the bulk region of Cu-doped ZnO nanowires, Phys. Rev. B **84**, 153203–1-4 (2011); arXiv:1110.3481.
- [8] T. Kataoka, Y. Yamazaki, V. R. Singh, Y. Sakamoto, A. Fujimori, Y. Takeda, T. Ohkochi, S.-I. Fujimori, T. Okane, Y. Saitoh, H. Yamagami, A. Tanaka, M. Kapilashrami, L. Belova, and K. V. Rao: Ferromagnetism in ZnO co-doped with Mn and N studied by soft x-ray magnetic circular dichroism, Appl. Phys. Lett. **99**, 132508–1-3 (2011); arXiv:1201.0006.
- [9] M. Takizawa, S. Tsuda, T. Susaki, H. Y. Hwang, and A. Fujimori: Electronic charges and electric potential at LaAlO₃/SrTiO₃ interfaces studied by core-level photoemission spectroscopy, Phys. Rev. B **84** 245124–1-5 (2011); arXiv:1106.3619.
- [10] N. Hayashi, T. Yamamoto, H. Kageyama, M. Nishi, T. Kawakami, A. Fujimori, and M. Takano: BaFe⁴⁺O₃: A new member of the *d*⁴ high-spin perovskite system featured by a negative charge transfer energy, Angewandte Chemie **50**, 12547-12550 (2011)
- [11] S.-I. Fujimori, T. Ohkochi, I. Kawasaki, A. Yasui, Y. Takeda, T. Okane, Y. Saitoh, A. Fujimori, H. Yamagami, Y. Haga, E. Yamamoto, Y. Tokiwa, S. Ikeda, T. Sugai, H. Ohkuni, N. Kimura, and Y. Onuki: Electronic structure of heavy Fermion uranium compounds studied by core-level photoelectron spectroscopy, J. Phys. Soc. Jpn. **81** 014703 (2012); arXiv:1110.6689.
- [12] S. Ideta, T. Yoshida, A. Fujimori, H. Anzai, T. Fujita, A. Ino, M. Arita, H. Namatame, M. Taniguchi, Z.-X. Shen, K. Takashima, K. Kojima, and S. Uchida: Energy scale directly related to superconductivity in high-*T*_c cuprates: Universality from the temperature-dependent angle-resolved photoemission of Bi₂Sr₂Ca₂Cu₃O_{10+δ}, Phys. Rev. B **85**, 104515–1-5 (2012); arXiv:1104.0313.
- [13] T. Kataoka, Y. Sakamoto, V.R. Singh, Y. Yamazaki, A. Fujimori, Y. Takeda, T. Ohkochi, T. Okane, Y. Saitoh, H. Yamagami, and A. Tanaka: X-Ray Magnetic circular dichroism study of the *π-d* molecular ferromagnet *β*-Mn phthalocyanine, Solid State Commu. **152**, 806-809 (2012); arXiv:1201.4076.
- (會議抄録)
- [14] N. Kamakura, T. Okane, Y. Takeda, S.-i. Fujimori, Y. Saitoh, H. Yamagami, A. Fujimori, A. Fujita, S. Fujieda, and K. Fukamichi: Electronic structure of La(Fe_{0.88}Si_{0.12})₁₃, MRS Proceedings **1262**, W06-03 (2010).
- [15] S.-i. Fujimori, T. Ohkochi, T. Okane, Y. Saitoh, A. Fujimori, H. Yamagami, Y. Haga, E. Yamamoto, and Y. Onuki: Angle resolved photoemission study on uranium compounds, *Proceedings of ACTINIDES 2009*, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering **9**, 012045–1-8 (2010).
- [16] T. Yoshida, I. Nishi, A. Fujimori, M. Yi, R. Moor, D.-H. Lu, Z.-X. Shen, K. Kiho, P.M. Shirage, H. Kitob, C.-H. Lee, A. Iyo, H. Eisaki, and H. Harima: Fermi surfaces and quasi-particle band dispersions of the iron pnictides superconductor KFe₂As₂ observed by angle-resolved photoemission spectroscopy, *Proceedings of 9th International Conference on Spectroscopies in Novel Superconductors (SNS2010)*; J. Phys. Chem. Solids **72**, 465-468 (2011); arXiv:1007.2698.
- [17] T. Okane, I. Kawasaki, A. Yasui, T. Ohkochi, Y. Takeda, S.-i. Fujimori, Y. Saitoh, H. Yamagami, A. Fujimori, Y. Matsumoto, N. Kimura, T. Komatsubara, and H. Aoki: Resonant angle-resolved photoelectron spectroscopy of substitutional solid solutions of CeRu₂Si₂, *Proceeding of the International Conference on Heavy Electrons (ICHE2010)*; J. Phys. Soc. Jpn. **80**, SA060–1-3 (2011).
- [18] T. Shimojima, F. Sakaguchi, K. Ishizaka, Y. Ishida, W. Malaeb, T. Yoshida, S. Ideta, A. Fujimori, T. Kiss, M. Okawa, T. Togashi, C.-T. Chen, S. Watanabe, Y. Nakashima, A. Ino, H. Anzai, M. Arita, K. Shimada, H. Namatame, M. Taniguchi, K. Ohgushi, S. Kasahara, T. Terashima, T. Shibauchi, Y. Matsuda, M. Nakajima, S. Uchida, K. Kihou, C.-H. Lee, A. Iyo, H. Eisaki, A. Chainani, and S. Shin: Angle-resolved photoemission study on the superconducting iron-pnictides of BaFe₂(As,P)₂ with low energy photons, *Proceedings of International Workshop on Novel Superconductors and Super Materials 2011 (NS² 2011)*; Solid State Commu. **152**, 695-700 (2012).
- Koide: Design and fabrication of HTS coils for a vector magnet, *Proceedings of 22nd International Conference on Magnet Technology*; IEEE Transactions on Applied Superconductivity
- (綜説, 解説, その他)
- [19] A. Fujimori: Gates using mysterious ‘ionic liquids’ to achieve high surface charge density and superconductivity on an atomically flat film, Journal Club for Condensed Matter Physics, <http://www.condmatjournalclub.org/?p=1125>.

- [20] A. Fujimori: Electric field control of high- T_c cuprates in the entire doping range, Journal Club for Condensed Matter Physics, <http://www.condmatjournalclub.org/?p=1513>.
- [21] T. Yoshida, M. Hashimoto, I. M. Vishik, Z.-X. Shen, and A. Fujimori: Pseudogap, superconducting gap, and Fermi arc in high- T_c cuprates revealed by angle-resolved photoemission spectroscopy, *J. Phys. Soc. Jpn.* **81**, 011006–1–10 (2012); arXiv:1203.0600.
- (学位論文)
- [22] Vijay Raj Singh: X-ray magnetic circular dichroism study of oxide-based magnetic materials and half-metallic alloys (博士論文)
- [23] 出田真一郎: Electronic structure and its relationship to superconductivity in iron-based and cuprate high- T_c superconductors studied by angle-resolved photoemission spectroscopy (博士論文)
- [24] 芝田悟朗: X-ray magnetic circular dichroism study of ferromagnetic $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ thin films (修士論文)
- < 学術講演 >
- (国際会議)
- 招待講演
- [25] T. Yoshida, S. Ideta, I. Nishi, A. Fujimori, T. Shimojima, W. Malaeb, S. Shin, Y. Nakashima, H. Anzai, A. Ino, M. Arita, H. Namatame, M. Taniguchi, K. Ono, S. Kasahara, T. Shibauchi, T. Terashima, Y. Matsuda, M. Nakajima, S. Uchida, Y. Tomioka, T. Ito, K. Kihou, C.H. Lee, A. Iyo, H. Eisaki, H. Ikeda, and R. Arita: Three-dimensional Fermi surfaces and their nesting properties in the iron pnictide superconductor $\text{BaFe}_2(\text{As}_{1-x}\text{P}_x)_2$, *8th International Conference on Stripes and High T_c Superconductivity (STRIPES 11)* (Rome, July 10-16, 2011).
- [26] A. Fujimori: Possibility of spectroscopic imaging of correlated electron systems using XFEL, *RIKEN-POSTECH Joint Workshop on Spectroscopy Using Synchrotron and FEL Radiation* (SPring-8, July 1-2, 2011).
- [27] A. Fujimori: Photoemission spectroscopy of oxide interfaces, *4th Workshop for Emergent Materials Research (Joint Workshop of Max-Planck POSTECH Center for Complex Phase Materials and Asia Pacific Center for Theoretical Physics)* (Pohang, July 11 - 13, 2011).
- [28] A. Fujimori: Fermi surfaces, electron correlation, and superconducting gap in Fe pnictides studied by ARPES, *Workshop on Search for New Physics in Transition Metal Compounds by Spectroscopies* (Tohoku University, July 28-30, 2011).
- [29] A. Fujimori: Pseudogap, superconducting gap, and strong correlation effect in cuprates revealed by ARPES, *International Conference on Novel Superconductivity 2011 (ICNSCT2011)* (Tainan, August 3-9, 2011).
- [30] T. Yoshida: An energy scale directly related to superconductivity in the high- T_c cuprate superconductors: Universality from the Fermi arc picture, *26th International Conference on Low Temperature Physics (LT26)* (Beijing, August 11-15, 2011).
- [31] A. Fujimori: Thickness dependences of the electronic and magnetic properties of perovskite oxide thin films, *Tokyo-Cologne Workshop on Strongly Correlated Transition-Metal Compounds* (Cologne, September 7-10, 2011).
- [32] A. Fujimori: Thickness dependence of the electronic and magnetic properties of perovskite oxide thin films, *International Conference on Physics of Novel and Emerging Materials* (Kolkata, November 15-17, 2011).
- [33] S.-i. Fujimori, T. Ohkochi, I. Kawasaki, A. Yasui, Y. Takeda, T. Okane, Y. Saitoh, A. Fujimori, H. Yamagami, Y. Haga, E. Yamamoto, and Y. Onuki: Electronic structure of heavy Fermion uranium compounds: Soft x-ray photoelectron spectroscopy study, *International Workshop on Heavy Fermions* (Osaka, November 23-26, 2011).
- [34] A. Fujimori: Thickness dependence of the electronic properties of transition oxide thin films, *New Frontiers in the Physics of Two Dimensional Electron Systems* (Buenos Aires, November 23-25, 2011).
- [35] A. Fujimori: Thickness-dependent electronic and magnetic properties of oxide thin films, *FIRST-QS2C Workshop on "Emergent Phenomena of Correlated Materials"* (Okinawa, December 12-15, 2011).
- [36] A. Fujimori: Thickness dependence of the electronic structure of oxide thin films, *UK-Japan Meeting 2012 in Tokyo on Novel Quantum Matter in Correlated Oxides* (University of Tokyo, January 9-10, 2012).
- [37] A. Fujimori: Thickness dependent electronic and magnetic properties of transition-metal oxide thin films, *One day conference on "Strongly Correlated Systems"* (Indian Institute of Science, Bangalore, February 21, 2012).
- [38] A. Fujimori: Possibility of hole-induced ferromagnetism in transition-metal-doped ZnO nanostructures, *Physics and Chemistry of Spintronics Materials* (Coorg, India, February 22-26, 2012).
- [39] A. Fujimori: Carrier doping versus impurity effects in Fe pnictide superconductors studied by ARPES, *12-th Korea-Japan-Taiwan Symposium on Strongly Correlated Systems (KJT12)* (National Sun Yat-Sen University, Kaohsiung, March 16-18, 2012).

一般講演

- [40] S. Ideta, T. Yoshida, M. Hashimoto, A. Fujimori, H. Anzai, A. Ino, M. Arita, H. Namatame, M. Taniguchi, Z.-X. Shen, K. Takashima, K. M. Kojima, and S. Uchida: Anomalous kink energy scales in the tri-layer high- T_c cuprate superconductor $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10+\delta}$ observed by ARPES, *International Workshop on Strong Correlations and Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy (CORPES11)* (Berkeley, July 18-22, 2011).
- [41] T. Kadono, V. R. Singh, V. K. Verma, K. Ishigami, G. Shibata, A. Fujimori, D. Asakura, T. Koide, G. Li, T. Ishikawa, and M. Yamamoto: Effects of chemical composition of Co_2MnSi thin films facing an MgO barrier on the magnetic states of Mn and Co atoms, 5th International Workshop on Spin Currents (Sendai, July 25-28, 2011).
- [42] V. K. Verma, V. R. Singh, K. Ishigami, G. Shibata, T. Kadono, A. Fujimori, T. Koide, K. Ishikawa, K. Kanazawa, and S. Kuroda: X-ray magnetic circular dichroism study of CdMnCrTe thin films, *6th International School and Conference on Spintronics and Quantum Information Technology (SPIN-TECH6)* (Matsue, August 1-5, 2011).
- [43] T. Yoshida, S. Ideta, I. Nishi, A. Fujimori, T. Shimojima, W. Malaeb, S. Shin, Y. Nakashima, H. Anzai, A. Ino, M. Arita, H. Namatame, M. Taniguchi, M. Kubota, K. Ono, S. Kasahara, T. Shibauchi, T. Terashima, Y. Matsuda, M. Nakajima, S. Uchida, Y. Tomioka, T. Ito, K. Kihou, C. H. Lee, A. Iyo, H. Eisaki, H. Ikeda, and R. Arita: Three-dimensional Fermi surfaces and their nesting properties in the iron pnictide superconductor $\text{BaFe}_2(\text{As}_{1-x}\text{P}_x)_2$, *26th International Conference on Low Temperature Physics (LT26)* (Beijing, August 11-15, 2011).
- [44] K. Yoshimatsu, K. Horiba, H. Kumigashira, T. Yoshida, A. Fujimori, and M. Oshima: Metal-insulator transition and two-dimensional electron liquid in SrVO_3 ultrathin films, *Workshop on Oxide Electronics (WOE18)* (Napa Valley, USA, September 26-28, 2011).
- [45] M. Furuse, M. Okano, S. Fuchino, A. Uchida, J. Fujihira, S. Fujihira, T. Kadono, A. Fujimori, and T. Koide: Design and fabrication of HTS coils for a vector magnet, *22nd International Conference on Magnet Technology* (Marseille, France, September 12-16, 2011).
- [46] K. Yoshimatsu, K. Horiba, H. Kumigashira, T. Yoshida, A. Fujimori, and M. Oshima: Metallic quantum well states in artificial structures of strongly correlated oxide, *FIRST-QS2C Workshop on "Emergent Phenomena of Correlated Materials"* (Okinawa, December 12-15, 2011).
- [47] T. Yoshida, S. Ideta, I. Nishi, A. Fujimori, T. Shimojima, W. Malaeb, S. Shin, Y. Nakashima, H. Anzai, A. Ino, M. Arita, H. Namatame, M. Taniguchi, M. Kubota, K. Ono, S. Kasahara, T. Shibauchi, T. Terashima, Y. Matsuda, M. Nakajima, S. Uchida, Y. Tomioka, T. Ito, K. Kihou, C.H. Lee, A. Iyo, H. Eisaki, H. Ikeda, and R. Arita: Superconducting gap of $\text{BaFe}_2(\text{As}_{1-x}\text{P}_x)_2$ studied by angle-resolved photoemission spectroscopy, *Workshop for A3 Foresight Program on Novel Properties of Complex Oxides* (Hainan Island, China, December 17-21, 2011).
- [48] S. Ideta, H. Suzuki, T. Yoshida, I. Nishi, A. Fujimori, H. Kotani, M. Kubota, K. Ono, M. Hashimoto, D.H. Lu, Z.-X. Shen, Y. Nakashima, M. Matsuo, T. Sasagawa, M. Nakajima, K. Kihou, Y. Tomioka, C.H. Lee, A. Iyo, H. Eisaki, T. Ito, S. Uchida, and R. Arita: Carrier doping versus impurity potential effect in transition-metal-substituted Fe pnictide superconductors, *ibid.*
- [49] T. Yoshida: Superconducting gap of $\text{BaFe}_2(\text{As}_{1-x}\text{P}_x)_2$ studied by angle-resolved photoemission spectroscopy, *UK-Japan Meeting 2012 in Tokyo on Novel Quantum Matter in Correlated Oxides* (University of Tokyo, January 9-10, 2012).
- [50] H. Suzuki: Electronic structure of $\text{Ba}(\text{Fe}_{1-x}\text{Mn}_x)_2\text{As}_2$ studied by photoemission and x-ray absorption spectroscopy, *ibid.*
- [51] K. Ishigami: Soft x-ray photoemission study of $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{TiO}_3$ thin films, *ibid.*
- [52] T. Kadono: Investigation of FePt nano-particles using x-ray magnetic circular dichroism, *ibid.*
- [53] T. Harano: X-ray magnetic circular dichroism study of $\text{La}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{MnO}_3$ with enhanced coercivity by Ru, *ibid.*
- [54] G. Shibata: Thickness-dependent phase transition of $\text{La}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{MnO}_3$ thin films studied by soft x-ray magnetic circular dichroism, *ibid.*
- [55] S. Ideta, T. Yoshida, A. Fujimori, T. Shimojima, W. Malaeb, S. Shin, M. Nakajima, S. Uchida, Y. Nakashima, H. Anzai, A. Ino, M. Arita, H. Namatame, M. Taniguchi, Y. Tomioka, T. Ito, K. Kihou, C.H. Lee, A. Iyo, H. Eisaki, S. Kasahara, T. Terashima, T. Shibauchi, Y. Matsuda, H. Ikeda, and R. Arita: Anisotropy of the superconducting gap in $\text{BaFe}_2(\text{As}_{1-x}\text{P}_x)_2$, *16th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation* (Hiroshima University, March 1-2, 2012).
- [56] G. Shibata, V. R. Singh, V. K. Verma, K. Ishigami, T. Harano, T. Kadono, A. Fujimori, T. Koide, Y. Takeda, T. Okane, Y. Saitoh, H. Yamagami, F.-H. Chang, H.-J. Lin, D.-J. Huang, K. Yoshimatsu, E. Sakai, H. Kumigashira, M. Oshima, and A. Sawa: Thickness-dependent phase transitions of $\text{La}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{MnO}_3$ thin films studied by soft x-ray magnetic circular dichroism. *12-th Korea-Japan-Taiwan Symposium on Strongly Correlated Systems (KJT12)* (National Sun Yat-Sen University, Kaohsiung, March 16-18, 2012).

- [57] L. C. C. Ambolode II, H. Suzuki, S. Ideta, T. Yoshida, A. Fujimori, K. Ono, H. Kumigashira, L. Liu, M. Takahashi, T. Kakeshita, and S. Uchida: Electron correlation in FeTe studied by photoemission spectroscopy, *ibid*.
- (国内会議)
- 招待講演
- [58] 吉田鉄平: 基研研究会「鉄系高温超伝導の物理」(京大基研, 2011年6月16 - 17日).
- [59] 藤森淳: 軟 X 線磁気円二色性による磁性ナノ構造の研究, PF 研究会「軟 X 線分光・散乱測定を用いた物性研究の現状と展望」(高エネ研, 2011年9月13 - 14日).
- [60] 吉田鉄平: 角度分解光電子分光法による銅酸化物高温超伝導体の研究(若手奨励賞受賞講演), 日本物理学会 2011 年秋季大会(富山大学, 2011年9月21-24日).
- [61] 吉田鉄平: 超伝導ギャップと擬ギャップ, シンポジウム「高温超伝導体研究の最近の進展: 擬ギャップ状態に対する理解」, 同上.
- [62] 藤森淳: XMCD を用いた磁性薄膜, ナノ構造の研究, PF 研究会「磁性薄膜・多層膜を究める: キャラクターゼーションから新奇材料の創製へ」(高エネ研, 2011年10月14 - 15日).
- 一般講演
- [63] 出田真一郎, 吉田鉄平, 西一郎, 藤森淳, 小谷佳範, 久保田正人, 小野寛太, 中島裕司, 松尾明寛, 笹川崇男, 中島正道, 木方邦宏, 富岡泰秀, 李哲虎, 伊豫彰, 永崎洋, 伊藤利充, 内田慎一, 有田亮太郎: 角度分解光電子分光による $\text{Ba}(\text{Fe}_{1-x}\text{TM}_x)_2\text{As}_2$ ($\text{TM} = \text{Ni}, \text{Cu}$) の電子構造研究: 基研研究会「鉄系高温超伝導の物理」(京大基研, 2011年6月16 - 17日).
- [64] M. Furuse, M. Okano, S. Fuchino, A. Uchida, J. Fujihira, S. Fujihira, T. Kadono, A. Fujimori and T. Koide: Design and fabrication of HTS coils for a vector magnet, 第 85 回低温工学・超電導学会(金沢, 2011年11月9日-11日).
- [65] 出田真一郎, 吉田鉄平, 西一郎, 藤森淳, 中島正道, 内田慎一, 小谷佳範, 久保田正人, 小野寛太, 中島裕司, 松尾明寛, 笹川崇男, 木方邦宏, 富岡泰秀, 李哲虎, 伊豫彰, 永崎洋, 伊藤利充, 有田亮太郎: 角度分解光電子分光による電子ドープ型鉄系高温超伝導体 $\text{Ba}(\text{Fe}_{1-x}\text{TM}_x)_2\text{As}_2$ ($\text{TM} = \text{Ni}, \text{Cu}$) の Fe サイト置換効果の観測, 日本物理学会 2011 年秋季大会(富山大学, 2011年9月21-24日).
- [66] 吉田鉄平, 西一郎, 出田真一郎, 藤森淳, 下志万貴博, Walid Malaeb, 辛埴, 中島陽介, 安齋太陽, 井野明洋, 有田将司, 生天目博文, 谷口雅樹, 小野寛太, 笠原成, 寺嶋孝仁, 芝内孝禎, 松田祐司, 中島正道, 内田慎一, 富岡泰秀, 伊藤利充, 木方邦宏, 李哲虎, 伊豫彰, 永崎洋, 池田浩章, 有田亮太郎: $\text{BaFe}_2(\text{As}_{1-x}\text{P}_x)_2$ のフェルミ面と超伝導ギャップ, 同上.
- [67] 芝田悟朗, V.R. Singh, V.K. Verma, 石上啓介, 門野利治, 藤森淳, 小出常晴, 吉松公平, 坂井延寿, 組頭広志, 尾嶋正治: $\text{La}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{MnO}_3$ の磁性の膜厚依存性の軟 X 線磁気円二色性による研究, 同上.
- [68] 鈴木博人, 吉田鉄平, 出田真一郎, 藤森淳, 橋本信, D.H. Lu, Z.-X. Shen, 小野寛太, 松尾明寛, 笹川崇男: 磁性不純物ドープ系 $\text{Ba}(\text{Fe}_{1-x}\text{Mn}_x)_2\text{As}_2$ の角度分解光電子分光, 同上.
- [69] V. K. Verma, V. R. Singh, K. Ishigami, G. Shibata, T. Kadono, A. Fujimori, T. Koide, K. Ishikawa, K. Kanazawa, and S. Kuroda: X-ray magnetic circular dichroism study of Cr-doped $\text{Cd}_{0.80}\text{Mn}_{0.20}\text{Te}$ thin films, 同上.
- [70] 吉松公平, 堀場弘司, 組頭広志, 吉田鉄平, 藤森淳, 尾嶋正治: SrVO_3 の極薄膜化による低次元電子状態, 同上.
- [71] 岡根哲夫, 矢野一雄, 竹田幸治, 山上浩志, 藤森淳, 西村克彦, 石川義和, 佐藤清雄: $\text{Ce}_{0.2}\text{Gd}_{0.8}\text{Ni}$ における Ce の磁性状態とスピントロップの XMCD による元素選択的観測, 同上.
- [72] K. Yoshimatsu, K. Horiba, H. Kumigashira, T. Yoshida, A. Fujimori, and M. Oshima: Metal-insulator transition and two-dimensional electron liquid states in artificial structure of strongly correlated oxide, 物構研シンポジウム'11「量子ビーム科学の展望」(つくば, 2011年12月6-7日).
- [73] 門野利治, V. R. Singh, V. K. Verma, 石上啓介, 芝田悟朗, 原野貴幸, 山本真平, 高野幹夫, 竹田幸治, 岡根哲夫, 齋藤祐児, 山上浩志, 藤森淳: 軟 X 線磁気円二色性を用いた FePt ナノ粒子の研究, 第 25 回日本放射光学会年会放射光科学合同シンポジウム(鳥栖, 2012年1月6-9日).
- [74] 原野貴幸, 石上啓介, Virendra Kumar Verma, 芝田悟朗, 門野利治, 藤森淳, 竹田幸治, 岡根哲夫, 齋藤祐児, 山上浩志, 山田浩之, 澤彰仁, 川崎雅司, 十倉好紀: Ru 置換により保磁力を増強した $\text{La}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{MnO}_3$ 薄膜の X 線磁気円二色性, 同上.
- [75] 吉田鉄平, 出田真一郎, 西一郎, 鈴木博人, 藤森淳, 下志万貴博, 石坂香子, Walid Malaeb, 辛埴, 中島陽介, 安齋太陽, 井野明洋, 有田将司, 生天目博文, 谷口雅樹, 小野寛太, 組頭広志, 笠原成, 寺嶋孝仁, 芝内孝禎, 松田祐司, 中島正道, 内田慎一, 富岡泰秀, 伊藤利充, 木方邦宏, 李哲虎, 伊豫彰, 永崎洋, 池田浩章, 有田亮太郎: $\text{BaFe}_2(\text{As}_{1-x}\text{P}_x)_2$ の超伝導ギャップの異方性, 同上.
- [76] 原野貴幸, 石上啓介, V. K. Verma, 芝田悟朗, 門野利治, 藤森淳, 竹田幸治, 岡根哲夫, 齋藤祐児, 山上浩志, 山田浩之, 澤彰仁, 川崎雅司, 十倉好紀, 田中新: Ru 置換により保磁力を増強した $\text{La}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{MnO}_3$ 薄膜の X 線磁気円二色性, 第 29 回 PF シンポジウム(つくば, 2012年3月15-16日).
- [77] 出田真一郎, 吉田鉄平, 西一郎, 藤森淳, 久保田正人, 小野寛太, 中島正道, 木方邦宏, 富岡泰秀, 李哲虎, 伊豫彰, 永崎洋, 伊藤利充, 中島裕司, 松尾明寛, 笹川崇男, 内田慎一, 有田亮太郎: 電子ドープ型鉄系超伝導体 $\text{Ba}(\text{Fe}_{1-x}\text{T}_x)_2\text{As}_2$ ($T = \text{Ni}, \text{Cu}, \text{Zn}$) の Fe サイト置換効果, 同上.
- [78] 門野利治, Vijay Raj Singh, Virendra Kumar Verma, 石上啓介, 芝田悟朗, 原野貴幸, 藤森淳, 竹田幸治, 岡根哲夫, 齋藤祐児, 山上浩志, 山本真平,

- 高野幹夫：巨大な保磁力をもつ FePt ナノ粒子の軟 X 線磁気円二色性，同上．
- [79] 吉松公平，堀場弘司，組頭広志，吉田鉄平，藤森淳，尾嶋正治：酸化物量子井戸構造による強相関電子の 2 次元閉じ込め第 59 回応用物理学関係連合講演会（早稲田大学，2012 年 3 月 15-18 日）．
- [80] 吉田鉄平，出田真一郎，西一郎，鈴木博人，藤森淳，下志万貴博，品田慶，石坂香子，Walid Malaeb，辛埴，中島陽介，安斎太陽，井野明洋，有田将司，生天目博文，谷口雅樹，組頭広志，小野寛太，笠原成，寺嶋孝仁，芝内孝禎，松田祐司，中島正道，内田慎一，富岡泰秀，伊藤利充，木方邦宏，李哲虎，伊豫彰，永崎洋，池田浩章，有田亮太郎：BaFe₂(As_{1-x}P_x)₂ の超伝導ギャップの異方性，日本物理学会第 67 回年次大会（関西学院大学，2012 年 3 月 24-27 日）．
- [81] 出田真一郎，吉田鉄平，西一郎，藤森淳，中島正道，内田慎一，小谷佳範，久保田正人，小野寛太，組頭広志，中島裕司，松尾明寛，笹川崇男，木方邦宏，李哲虎，伊豫彰，永崎洋，有田亮太郎：電子ドープ型鉄系超伝導体 Ba(Fe_{1-x}T_x)₂As₂(T = Ni, Cu, Zn) におけるリジッドバンドモデルの破れの観測，同上．
- [82] 門野利治，Vijay Raj Singh，Virendra Kumar Verma，石上啓介，芝田悟朗，原野貴幸，藤森淳，竹田幸治，岡根哲夫，斎藤祐児，山上浩志，山本真平，高野幹夫：SiO₂ 被覆された FePt ナノ粒子の軟 X 線円磁気二色性，同上．
- [83] 芝田悟朗，V.R. Singh，V.K. Verma，石上啓介，原野貴幸，門野利治，藤森淳，小出常晴，竹田幸治，岡根哲夫，斎藤祐児，山上浩志，吉松公平，坂井延寿，組頭広志，尾嶋正治，澤彰仁：軟 X 線磁気円二色性による La_{0.6}Sr_{0.4}MnO₃ 薄膜の膜厚依存相転移の研究，同上．
- [84] 原野貴幸，石上啓介，Virendra Kumar Verma，芝田悟朗，門野利治，藤森淳，竹田幸治，岡根哲夫，斎藤祐児，山上浩志，山田浩之，澤彰仁，川崎雅司，十倉好紀：Ru 置換により保磁力を増強した La_{0.6}Sr_{0.4}MnO₃ 薄膜の X 線磁気円二色性，同上．
- [85] 鈴木博人，吉田鉄平，出田真一郎，藤森淳，小野寛太，小林達也，宮坂茂樹，田島節子：SrFe₂(As_{0.65}P_{0.35})₂ の角度分解光電子分光，同上．
- [86] V.K. Verma，V.R. Singh，K. Ishigami，G. Shibata，T. Harano，T. Kadono，A. Fujimori，F.-H. Chang，H.-J. Lin，D.-J. Huang，C.T. Chen，Yuanhua Lin，and Ce-Wen Nan: X-ray absorption spectroscopy and magnetic circular dichroism study of BaTiO₃/(NiFe₂O₄/BaTiO₃)_n multilayer thin films，同上．
- [87] 石上啓介，V.K. Verma，芝田悟朗，原野貴幸，門野利治，藤森淳，V.R. Singh，小出常晴，竹田幸治，岡根哲夫，斎藤祐児，山上浩志，吉松公平，組頭広志，尾嶋正治：SrRuO₃ 薄膜界面の X 線磁気円二色性測定，同上．
- [88] L.C.C. Ambolode II，H. Suzuki，S. Ideta，T. Yoshida，A. Fujimori，K. Ono，H. Kumigashira，L. Liu，M. Takahashi，T. Kakeshita，S. Uchida: Resonant photoemission study of FeTe，同上．
- [89] 小林正起，丹羽秀治，原田慈久，尾嶋正治，竹田幸治，藤森淳，田中新，仙波泰徳，大橋治彦，大矢忍，田中雅明：軟 X 線共鳴非弾性散乱による希薄磁性体 Ga_{1-x}Mn_xAs における電子構造解析，同上．
- [90] 岡根哲夫，竹田幸治，山上浩志，藤森淳，松本裕司，木村憲彰，小松原武美，青木晴善：CeRu₂Si₂ 並びに CeRu₂Ge₂ の Ce M_{4,5} 吸収端での X 線吸収磁気円二色性測定．同上．